

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-168350

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/25  
H03H 9/145  
H03H 9/64

(21)Application number : 10-192144

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 07.07.1998

(72)Inventor : TAKAGI MICHIAKI  
HAYASHI SATOSHI  
YAMAZAKI TAKASHI

(30)Priority

Priority number : 09268739

Priority date : 01.10.1997

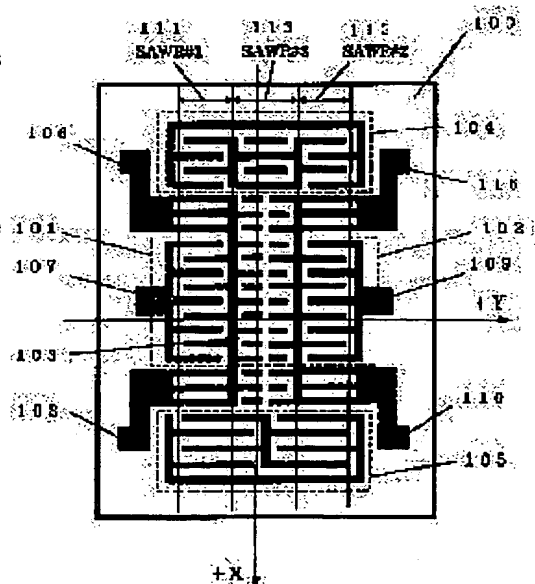
Priority country : JP

## (54) LATERAL MULTIPLEX MODE SAW FILTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To widen the pass band width and miniaturize by arranging plural SAW resonators having a pair of reflectors in parallel to the transmission direction of a surface acoustic wave and providing an electrode finger group for exciting the plural SAW resonators for the reflectors.

**SOLUTION:** In the reflectors 1, 2: 104 and 105, electrode patterns for selectively exciting different oscillation modes are formed. The reflector 2: 105 is for a basic wave lateral oblique symmetric mode AO and the reflector 1: 104 is for a primary/higher-order lateral symmetric mode S1. An electrode finger group excited for the plural SAW resonators of the reflectors can selectively excite the basic wave lateral oblique symmetric mode AO and the primary/high-order lateral symmetric mode S1. For preventing the AO mode from being deteriorated by the shorting of positive/negative loads generated at the AO mode, a third connection resonator 3:113 (SAW #3) is divided in the transmission direction X of a surface acoustic wave at the almost center of an interdigital electrode IDT 103.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 6 8 3 5 0

(43) 公開日 平成11年(1999)6月22日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 3 H 9/25

H 0 3 H 9/25

Z

9/145

9/145

D

9/64

9/64

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 0 O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平10-192144

(22) 出願日 平成10年(1998)7月7日

(31) 優先権主張番号 特願平9-268739

(32) 優先日 平9(1997)10月1日

(33) 優先権主張国 日本 ( J P )

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 高木 道明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコー

エプソン株式会社内

(72) 発明者 林 智

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコー

エプソン株式会社内

(72) 発明者 山崎 隆

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコー

エプソン株式会社内

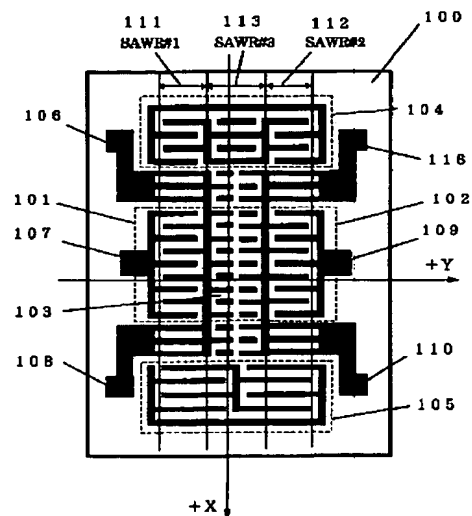
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 横多重モード S A W フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 横多重モード S A W フィルタにおいて、P H S、G S M等の用途に対して、小型で、かつ広帯域幅化が可能な中間周波フィルタを提供すること。

【解決手段】 2あるいは3個の S A W 共振子間にまたがり発生する固有振動モードである、基本波横対称モード S 0、基本波横斜対称モード A 0、1次高次横対称モード S 1を選択的に励振する電極パターンを形成することにより、前記各モードの共振振幅を増大させるようにする。さらに3個の共振周波数を等間隔に配置して、横多重モードフィルタの通過比帯域幅を 1 0 0 0 p p m 程に広帯域化する。そして、素子の長手方向 ( X 方向 ) が短く、面積を有効に使用できる横多重モードフィルタを用いて設計できるため、素子面積を小さくすることができる。



100 圧電体平板  
101 IDT1  
102 IDT2  
103 IDT3  
104 反射器1  
105 反射器2

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電体平板上に、少なくとも 1 個のすだれ状電極と、前記すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1 対の反射器を有した SAW 共振子を、2 乃至 3 個、前記弾性表面波の伝搬方向 X に対して相隣接してほぼ平行に配置した横多重モード SAW フィルタにおいて、前記反射器は、複数の SAW 共振子間にまたがって励振するための電極指群を有することを特徴とする横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 2】 圧電体平板上に、少なくとも 1 個のすだれ状電極と、前記すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1 対の反射器を有した SAW 共振子を 3 個、前記表面波の伝搬方向 X に対して相隣接してほぼ平行に配置した横多重モード SAW フィルタにおいて、中間に位置した SAW 共振子のすだれ状電極のほぼ中央を、前記弾性表面波の伝搬方向 X に分割したことを特徴とする横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 3】 圧電体平板上に、少なくとも 1 個のすだれ状電極と、前記すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1 対の反射器を有して、入力端子側となる第 1 の SAW 共振子と出力端子側となる第 2 の SAW 共振子を相互に横にほぼ平行配置して構成し、前記両共振子間にほぼ平行配置して第 3 の結合共振子を形成した横多重モードフィルタにおいて、前記反射器は、複数の SAW 共振子間にまたがって励振するための電極指群を有し、前記横多重モード SAW フィルタの伝送特性が、基本波横対称モード S0 と基本波横斜対称モード A0 と、1 次高次横対称モード S1 の 3 重モードから合成されることを特徴とする横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 4】 圧電体平板上に、少なくとも 1 個のすだれ状電極と、前記すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1 対の反射器を有した SAW 共振子を 2 個、前記弾性表面波の伝搬方向 X に対して相隣接してほぼ平行に配置した横多重モード SAW フィルタにおいて、前記反射器は、複数の SAW 共振子間にまたがって励振するための電極指群を有し、前記横多重モード SAW フィルタの伝送特性が、基本波横対称モード S0 と基本波横斜対称モード A0 とから合成されることを特徴とする横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 5】 前記反射器の複数の SAW 共振子間にまたがって励振するための電極指群が、基本波横対称モード S0 および基本波横斜対称モード A0 を選択的に励振できるようにしたことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 6】 前記反射器の複数の SAW 共振子間にま

たがって励振するための電極指群が、基本波横斜対称モード A0 を選択的に励振できるようにしたことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 7】 前記反射器の複数の SAW 共振子間にまたがって励振するための電極指群が、1 次高次横対称モード S1 を選択的に励振できるようにしたことを特徴とする請求項 3 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 8】 前記反射器の複数の SAW 共振子間にまたがって励振するための電極指群が、基本波横斜対称モード A0 と 1 次横対称モード S1 を選択的に励振できるようにしたことを特徴とする請求項 3 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 9】 前記第 3 の結合共振子 (SAWR # 3) のすだれ状電極のほぼ中央を、前記弾性表面波の伝搬方向 X に分割したことを特徴とする請求項 3 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 10】 前記結合共振子 (SAWR # 3) のすだれ状電極のほぼ中央分割幅が、0.2 波長以下であることを特徴とする請求項 9 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 11】 前記第 3 の結合共振子 (SAWR # 3) の伝搬方向 X に沿って分割されたすだれ状電極の電極指の電位が、両側の SAW 共振子の同一の X 座標位置にある電極指電位と 180 度の位相差を持つことを特徴とする請求項 9 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 12】 前記結合共振子は、弾性表面波の位相伝搬方向に直交して周期的に配列した多数の導体ストリップからなり、前記導体ストリップの間隔周期は、前記第 1 と第 2 の SAW 共振子の電極間隔とほぼ等しいことを特徴とする請求項 3 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 13】 前記結合共振子の周波数ポテンシャル P3 が、前記第 1 と第 2 の SAW 共振子の周波数ポテンシャル P1、P2 より小さく ( $P1, P2 \geq P3$ ) して、S0 と A0 間の周波数差  $\Delta f_1$  と A0 と S1 間の周波数差  $\Delta f_2$  をほぼ等しくしたことを特徴とする請求項 3 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 14】 前記周波数ポテンシャルの差  $\epsilon = P1 - P3 = P2 - P3$  が 1000 から 3000 ppm であることを特徴とする請求項 13 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 15】 前記結合共振子の周波数ポテンシャル差  $\epsilon$  を前記導体ストリップのライン対スペース比 ( $L_3/S_3$ ) を 1 以上として設定したことを特徴とする請求項 3 記載の横多重モード SAW フィルタ。

【請求項 16】 前記第 1 と第 2 の SAW 共振子を持つ IDT 交差指幅 ( $Wc1 = Wc2$ ) が、 $9 \pm 1$  波長、前記第 3 の結合共振子の導体ストリップ長さ  $Wc3$  が  $9 \pm 1$  波長、共振子間のギャップ  $Gc$  が  $0.69 \pm 0.2$  波

長であることを特徴とする請求項3記載の横多重モードSAWフィルタ。

【請求項17】 前記圧電体平板が水晶であり、29から33度回転YカットX伝搬方位であることを特徴とする請求項3または4記載の横多重モードSAWフィルタ。

【請求項18】 前記圧電体平板が水晶であり、前記すだれ状電極および反射器を構成するアルミニウムからなる電極膜厚H対弾性表面波の波長 $\lambda$ の比 $H/\lambda$ が0.036から0.05であることを特徴とする請求項3または4記載の横多重モードSAWフィルタ。

【請求項19】 前記1個のSAW共振子が有するすだれ状電極の対数が140対から40対の範囲かつ1個の反射器の導体本数が60本から160本の範囲内であることを特徴とする請求項3または4記載の横多重モードSAWフィルタ。

【請求項20】 前記横多重モードSAWフィルタを2段従属接続したことを特徴とする請求項1から19のいずれかに記載の横多重モードSAWフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は弾性表面波を利用して構成される共振子型SAWフィルタにおいて、SAW共振子を横に平行配置して得られる複数個の横モードを利用して、フィルタの広帯域化を実現した横多重モードSAWフィルタの小型化技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の共振子型の横多重モードSAWフィルタとしては、横に2個のSAW共振子を平行配置した、いわゆる横2重モードSAWフィルタが有名である(特公平2-16613号公報)。この方式を用いて周波数温度特性が優れた、約30度から45度の回転Yカットである水晶STカットX伝搬基板にてフィルタを構成すると、素子の平面サイズが2mm×6.5mmで、2段従属接続フィルタの3dB帯域幅が比帯域幅で表現して約700ppm、かつ挿入損失5dBの優れた特性が得られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし前述の横2重モードSAWフィルタの従来技術を使用しては、近年著しい発展を見せているGSM方式とかPHS方式の携帯電話に用いられる中間周波フィルタ(IFフィルタ)において求められる、900から1000ppmの比帯域幅でかつ容器の平面サイズ3.8×3.8mm以内のものが、前記水晶STカットでは満足できる性能では実現できなかった。

【0004】実現できない原因を分析すると、前記の容器平面サイズ内に素子を収納する場合には、素子サイズが2×3mm程度となり、1個のSAW共振子を構成するすだれ状電極(以降、省略してIDT(Interdigital

Transducer)と略記する)の正負電極を1対とした電極指対数M対と片側の反射器導体本数Nの和 $M+N$ を約200本以下にすることが必要となる。このため、横2重モードおよび横3重モードSAWフィルタを構成するSAW共振子の共振振幅の励振強度および、使用されるモードによってはQ値が減少して、前記SAWフィルタの伝送特性が劣化することになった。図9には、従来技術による素子サイズが2×3mmの横3重モードSAWフィルタの伝送特性を、図10には、前記SAWフィルタの入力端子側からみたS11反射特性を示す。図9の伝送特性はフィルタの中心周波数(通過帯域幅の中央)から上側がひどく欠落している。図10に見られる通り、横3重モードの3つの共振モードであるS0、A0、S1のうち、ことにA0とS1モードの反射強度が小さいことから共振振幅が小さく、従って共振Q値が小さいと結論される。これが、前記SAWフィルタの伝送特性(図9の曲線900)を著しく悪化させている原因である。

【0005】そこで本発明はこのような問題点を解決するもので、その目的は、水晶STカットのような周波数温度特性が優れ、かつ材料のQ値が優れた基板を用いて、従来に無く通過帯域幅の広帯域化と小型化をはかり、周波数安定度に優れかつS/Nが良いIFフィルタを市場に提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】(1)本発明の横多重モードSAWフィルタは、圧電体平板上に、少なくとも1個のすだれ状電極と、すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1対の反射器を有したSAW共振子を、2から3個、弾性表面波の伝搬方向Xに対して相隣接してほぼ平行に配置したものであって、反射器は、複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群を有することを特徴とする。

【0007】(2)本発明の横多重モードSAWフィルタは、圧電体平板上に、少なくとも1個のすだれ状電極と、すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1対の反射器を有したSAW共振子を3個、弾性表面波の伝搬方向Xに対して相隣接してほぼ平行に配置したものであって、中間に位置したSAW共振子のすだれ状電極のほぼ中央を、弾性表面波の伝搬方向Xに分割したことを特徴とする。

【0008】(3)本発明の横多重モードSAWフィルタは、圧電体平板上に、少なくとも1個のすだれ状電極と、すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1対の反射器を有して、入力端子側となる第1のSAW共振子と出力端子側となる第2のSAW共振子を相互に横に平行配置して構成し、両共振子間に平行配置して第3の結合共振子を形成したものであって、反射器は、複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群を有し、横多重モードSAWフ

フィルタの伝送特性が、基本波横対称モードS0と基本波横斜対称モードA0と、1次高次横対称モードS1の3重モードから合成されることを特徴とする。

【0009】(4)本発明の横多重モードSAWフィルタは、圧電体平板上に、少なくとも1個のすだれ状電極と、すだれ状電極が発生する弾性表面波をその両側において反射するための、1対の反射器を有したSAW共振子を2個、弾性表面波の伝搬方向Xに対して相隣接してほぼ平行に配置したものであって、反射器は、複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群を有し、横多重モードSAWフィルタの伝送特性が、基本波横対称モードS0と基本波横斜対称モードA0とから合成されることを特徴とする。

【0010】(3)または(4)において、反射器の複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群が、基本波横斜対称モードA0、あるいは基本波横対称モードS0および基本波横斜対称モードA0を選択的に励振できるようにすることが望ましい。

【0011】(3)において、反射器の複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群が、1次高次横対称モードS1、あるいは基本波横斜対称モードA0と1次高次横対称モードS1を選択的に励振できるようにすることが望ましい。

【0012】また、(3)において、第3の結合共振子(SAWR#3)のすだれ状電極のほぼ中央を、弾性表面波の伝搬方向Xに分割することが望ましい。この場合、結合共振子(SAWR#3)のすだれ状電極のほぼ中央分割幅が、0.2波長以下であることが望ましい。また、第3の結合共振子(SAWR#3)の伝搬方向Xに沿って分割されたすだれ状電極の電極指の電位が、両側のSAW共振子の同一のX座標位置にある電極指電位と180度の位相差を持つことが望ましい。

【0013】また、(3)において、結合共振子は、弾性表面波の位相伝搬方向に直交して周期的に配列した多数の導体ストリップからなり、導体ストリップの間隔周期は、第1と第2のSAW共振子の電極間隔とほぼ等しいことが望ましい。

【0014】また、(3)において、結合共振子の周波数ポテンシャルP3が、第1と第2のSAW共振子の周波数ポテンシャルP1、P2より小さく( $P1, P2 \geq P3$ )して、S0とA0間の周波数差 $\Delta f_1$ とA0とS1間の周波数差 $\Delta f_2$ をほぼ等しくすることが望ましい。この場合、周波数ポテンシャルの差 $\varepsilon = P1 - P3 = P2 - P3$ が1000から3000ppmであることが望ましい。

【0015】また、(3)において、結合共振子の周波数ポテンシャル差 $\varepsilon$ を導体ストリップのライン対スペース比( $L_3/S_3$ )を1以上として設定することが望ましい。

【0016】また、(3)において、第1と第2のSAW

W共振子が持つIDT交差指幅( $Wc1 = Wc2$ )が、 $9 \pm 1$ 波長、第3の結合共振子の導体ストリップ長さ $Wc3$ が $9 \pm 1$ 波長、共振子間のギャップ $Gc$ が $0.69 \pm 0.2$ 波長であることが望ましい。

【0017】また、(3)または(4)において、圧電体平板が水晶であり、29から33度回転YカットX伝搬方位であることが望ましい。

【0018】また、(3)または(4)において、圧電体平板が水晶であり、すだれ状電極および反射器を構成するアルミニウムからなる電極膜厚H対弾性表面波の波長 $\lambda$ の比 $H/\lambda$ が $0.036$ から $0.05$ であることが望ましい。

【0019】また、(3)または(4)において、1個のSAW共振子が有するすだれ状電極の対数が140対から40対の範囲かつ1個の反射器の導体本数が60本から160本の範囲内であることが望ましい。

【0020】また、上述した横多重モードSAWフィルタを2段従属接続するように構成してもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】(実施例1)以下、本発明の実施の形態を図1から順を追って説明する。図1は本発明の横多重モードSAWフィルタの一種である横3重モードSAWフィルタに使用される電極パターンを、平面図で表した実施例1である。図1中の各部位の名称は、100は圧電体平板、101はSAW共振子1のすだれ状電極、すなわちIDT1、102はSAW共振子2のIDT2、103は第3の結合共振子であるSAW共振子3のIDT3である。前記結合共振子は、弾性表面波の位相伝搬方向に直交して周期的に配列した多数の導体ストリップからなり、前記導体ストリップの間隔周期は、前記第1と第2のSAW共振子の電極間隔とほぼ等しい。

【0022】さらにまた前記第3の結合共振子(SAWR#3)のIDT3においては、IDT3のほぼ中央を、前記弾性表面波の伝搬方向Xに分割しているのが特徴である。分割すべき理由は、第1に、図11で示されるA0モードを励振するための逆相励振電極を形成するためである。そして、分割する最大の理由としては、前記結合共振子(SAWR#3)において、A0モードによって発生する正負電荷が短絡することによって、A0モードが減衰してしまうのを防止するためである(図11参照)。すなわち、もしも電極を分割しなかった場合は、A0モードによって発生する正負電荷が、数 $m\Omega$ の抵抗値を有する非分割電極を通して短絡してしまうのである。

【0023】また、104は反射器1、105は反射器2、106と108と116、110等は、負極側の電位を与えるパッド、107と109は入力または出力の正極端子である。111と112、113等の細線にて仕切られた長方形部分は、各々SAW共振子1(SAWR#1)、SAW共振子2(SAWR#2)、結合共振

子であるSAW共振子3(SAWR#3)の領域である。また、図中下方向は+X軸方向、図中右方向は+Xに直交する+Y方向を示す。

【0024】100の圧電体平板は、水晶、タンタル酸リチウム等の圧電性を有する単結晶およびZnO等の圧電性薄膜を形成した基板等からなる。前記の100上に形成された前記の3個のSAW共振子111、112、113を構成するIDTならびに反射器等は、アルミニウムおよび金等の導電性を有する金属膜を特定の厚みで蒸着、スパッタ等の手段により薄膜形成した後、フォト

リソグラフィ技術によりパターン形成して作られる。前記IDTと反射器の電極指群は、利用する弾性表面波(レーリー波及びリーキー波等)の位相進行方向(長手方向+X)に対して直交して、平行かつ周期的に多数配置される。

【0025】一実施例として図示した104と105の反射器は、各々異なる振動モードを選択的に励起するための電極パターンを形成したものであり、105が基本波横斜対称モードA0を、104が1次高次横対称モードS1用である。本実施例では、前記反射器の複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群が、基本波横斜対称モードA0と1次高次横対称モードS1を選択的に励振できるようにしたものである。これらについては、さらに詳細な説明を図4、図5、図6にて述べる。また101と102、103のIDTの構成について詳細説明を図11に述べる。また本実施例にあっては、前記横多重モードSAWフィルタの伝送特性が、基本波横斜対称モードS0と基本波横斜対称モードA0と、1次高次横対称モードS1の3重モードから合成されることを特徴とする。

【0026】(実施例2)つぎに図2は、横多重モードSAWフィルタの他の実施例である横2重モードSAWフィルタの場合を図示したものである。図2中の各部位の名称は、200は圧電体平板、201はSAW共振子1のすだれ状電極、すなわちIDT1、202はSAW共振子2のIDT2である。203は反射器1、204は反射器2である。205と207と208、210等は、負極側の電位を与えるパッド、206と209は入力または出力の正極端子である。211と212等の細線にて仕切られた長方形部分は、各々SAW共振子1(SAWR#1)、SAW共振子2(SAWR#2)の領域である。また、図中下方向は+X軸方向、図中右方向は+Xに直交する+Y方向を示す。

【0027】200の圧電体平板は、図1の100と同様な手段により構成される。203と204の反射器は、各々異なる振動モードを選択的に励起するための電極パターンを形成したものであり、203が基本波横斜対称モードS0を、204が基本波横斜対称モードA0用である。本実施例では、前記反射器の複数のSAW共振子間にまたがって励振するための電極指群が、基本波横

対称モードS0および基本波横斜対称モードA0を選択的に励振できるようにしたものである。これらについて、さらに詳細な説明を図4、図5に述べる。また本実施例は、前記横多重モードSAWフィルタの伝送特性が、基本波横斜対称モードS0と基本波横斜対称モードA0の2重モードから合成されることを特徴とする。

【0028】(実施例3)次に図3は、前述の図1の横多重モードSAWフィルタを2段縦従属接続した一実施例である。図中の各部位の名称は、300が圧電体平板、細かい破線で囲まれた310は第1の横多重モードSAWフィルタ、311は第2の横多重モードSAWフィルタである。301と303、307、309等は、入力または出力端側の負極電位を与えるパッド、302と308は、入力または出力端子側の正極電位を与えるパッドである。また、306と304は、第1と第2の横多重モードSAWフィルタ310、311間の負極間を接続する導体パターンである。さらに、305は第1と第2の横多重モードSAWフィルタ310、311間の正極間を接続する導体パターンである。

【0029】つぎに、本発明の図1、図2、図3等に用いられている反射器、IDTにつき詳細な説明を行う。まず図4は、前記図2の横2重モードSAWフィルタに表れた基本波横斜対称モードS0を選択的に励起できる反射器の機能を説明する概説図である。前記反射器の構成としては、正極の電極指402と負極の電極指401は各々給電導体パターン405と404に接続している。電極指401と402の中央に位置する対称軸403の左半分の領域でIDTにより励振された弾性表面波は、前述の図4の反射器に到着し反射する結果、前記電極指401を負電位、402を正電位とした定在波が発生し、さらにこれと同一の電極指電位が対称軸403の右半分の領域に発生する。すなわち、前記電極指401と402に発生した電位はそのまま、反射器の右半分の領域に電界を印加して励振する。従って図4中の406で示される、基本波横斜対称モードS0を励起する。406はS0モードの変位V(Y)、407は+Y軸を表す。また、図中の409は弾性表面波の一波長λである。

【0030】つぎに図5は、前記図1と図2の横多重モードSAWフィルタに表れた基本波横斜対称モードA0を選択的に励起できる反射器の機能を説明する概説図である。前記反射器の構成としては、正極の電極指501と負極の電極指502は各々給電導体パターン505と506に接続している。510の電極指は導体504と503により接続されているから、501の電極指と同電位の正極となる。506の負極給電導体の左半分の領域でIDTにより励振された弾性表面波は、前述の図5の反射器に到着し反射する結果、前記電極指501を正電位、511を負電位とした定在波を発生する。前記電極指501と511等に発生した電位は図5の構成から明らかなように、反転して反射器の右半分の領域に電界を

印加して励振する。従って図 5 中の 507 で示される、基本波横斜対称モード A0 を励起する。509 は A0 モードの変位 V (Y) 軸、508 は +Y 軸を表す。

【0031】 つぎに図 6 は、前記図 1 の横 3 重モード SAW フィルタに表れた 1 次高次横対称モード S1 を選択的に励起できる反射器の機能を説明する概説図である。前記反射器の構成としては、正極の電極指 605 と負極の電極 613 は各々給電導体パターン 602 と 606 に接続している。614 の電極指は導体 603 と 601 により接続されているから、605 と同電位の正極となる。一方、604 の電極指は導体 606 と 615 で接続されているから、613 と同電位の負極となる。SAWR #3 の領域の電極指 616、617 等は、給電導体 606 に接続せず、浮かしてある。607 の SAW 共振子 (SAWR #1) の領域で IDT により励振された弾性表面波は、前述の図 6 の反射器に到着し反射する結果、前記電極指 605 を正電位、613 を負電位とした定在波を発生し、電極指パターンの配置から、608 の SAWR #3 の領域は反転電位を、609 の SAWR #2 の領域は SAWR #1 の領域と同相な電位を発生する。従って図 6 中の 610 で示される、1 次高次横対称モード S1 を励起する。612 は A0 モードの変位 V (Y) 軸、611 は +Y 軸を表す。

【0032】 つぎに図 11 は、前記図 1 の横 3 重モード SAW フィルタに表れた 101~103 の IDT 全体の構成の詳細を説明する概説図である。前記 IDT 110 の構成は、細かい破線で囲まれた 3 つの IDT の合成からなり、それらは 1101 の IDT1、1102 の IDT2、1103 の IDT3 からなる。IDT1 の負極の電極指 1108 は、給電導体パターン 1105 を介して 180 度位相反転した位置の電極指 1109 に接続している。1108 の電極指は、1110 と同一電位の負極となる。一方、1116 の電極指は、1111 と同電位の正極となる。1101 の SAW 共振子 SAWR #1 の領域で IDT1 により励振された弾性表面波は、前述の 1108 と 1109 を負電位とした励振を行う結果、同一の X 座標位置である電極指 1116 と 1109 は 180° 位相反転した励振が行われる。従って図 11 中の 1113 で示される、基本波横斜対称モード A0 を励起し易くなる。1114 は A0 モードの変位 V (Y) 軸、1115 は +Y 軸を表す。

【0033】 前述の通り第 3 の結合共振子の IDT3 (1102) においては、IDT3 のほぼ中央を、前記弾性表面波の伝搬方向 X に分割している。前記分割幅 C (詳細な図 14 参照) は、前記 S0 モードの周波数と A0 モードの周波数間隔を、適切に設定するために、0.2 波長 ( $\lambda$ ) 以下であることが好ましい。図 12 にこの点を説明した。S0 モードの周波数は、分割幅 C が増加する程、上昇する。この原因は、分割幅 C が増加する程、S0 モードの Y 軸方向の波数 k が増加するためであ

る。例えば、GSM-IF フィルタであれば、3 dB 通過帯域幅が 1000 ppm 以上要求されるから、A0 と S0 間の周波数差は、その半分の 500 ppm となる。従って、0.2 波長 ( $\lambda$ ) 以下であることが好ましい。

【0034】 以上は、本発明が解決しようとする技術課題である図 9 (従来例) のフィルタの伝送特性における欠落を改善した、本発明の横多重モード SAW フィルタの構成についての具体例である。

【0035】 つぎに、本発明の構成により得られる属性と改善された特性につき、図 7、図 8、図 9、10 と図 12 から図 20 までを用いてさらに詳細に説明する。改善点は、つぎの 3 点である。1) 入出力側 SAW 共振子の Q 値 (共振先鋭度) 向上。2) 結合共振子における、横モード伝搬損失の低減。3) 結合共振子の周波数ポテンシャル値の適切な設定による、モード間周波数差の等化 ( $\Delta f_1 = \Delta f_2 : \Delta f_1 = f_{a0} - f_{s0}, \Delta f_1 = f_{s1} - f_{a0}$ )。

【0036】 まず、前述の 1) 入出力側 SAW 共振子の Q 値 (共振先鋭度) 向上の観点から述べる。

【0037】 図 18 に示すような水晶の結晶基本軸である電気軸 X のまわりの回転角  $\theta$  が、29 から 33 度である水晶回転 Y カットにおいて、素子サイズが  $2 \times 3$  mm 程度に小型化するための条件を検討した結果から説明する。

【0038】 周波数の一例として、GSM 方式とか PHS 方式の携帯電話に用いられる中間周波フィルタ (IF フィルタ) に近い周波数である 244 MHz とした。前記周波数にて、前記の素子サイズに収納するためには、IDT の対数 M と片側の反射器 N の和が 200 以内である必要がある。この条件のもとに、1 個の SAW 共振子の Q 値 (共振先鋭度) (曲線 700、702、703) と等価直列共振抵抗 R1 (曲線 701) の特性を、前述の IDT および反射器の電極の膜厚 H 対弾性表面波の波長  $\lambda$  の比  $H/\lambda$  を変数として示したものが図 7 である。ただし、ここで  $\lambda$  は、図 4 の反射器のパターン周期  $\lambda$  (409) のことである。アルミニウムからなる電極膜厚 H 対弾性表面波の波長  $\lambda$  の比  $H/\lambda$  が 0.036 から 0.05 場合においては、IDT の対数 M が 40 から 140 の範囲であれば (このとき  $M+N=200$  の関係から  $N=160 \sim 60$  に対応する)、約 1 万以上の Q 値が、また、R1 は M が 60 から 140 対の範囲において 100  $\Omega$  程度が得られる。ただし、図 14 にわかり易く図示したように、第 1 と第 2 の SAW 共振子が持つ IDT 交差指幅 ( $Wc1=Wc2$ ) が、 $9 \pm 1$  波長、第 3 の結合共振子の導体長さ  $Wc3$  が  $9 \pm 1$  波長、共振子間のギャップ  $Gc$  が  $0.69 \pm 0.2$  波長である。これらの範囲であれば、3 dB 通過帯域幅が 1000 ppm 程度の横多重モード SAW フィルタの構成が可能である。

【0039】 ところで、前述の共振子 Q 値を改善するための電極膜厚比  $H/\lambda$  の範囲が 0.036 から 0.05



の場合においては、従来の周波数温度特性が実現しなくなる。この点に関して、図19と図20に示す。まず図19において、前記  $H/\lambda$  と、上に凸な2次曲線となる周波数温度特性の頂点温度  $\theta_{\max}$  (°C) 関係を示す。 $H/\lambda = 0.03$  の場合に  $\theta_{\max} = 20^\circ\text{C}$  であったものが、 $H/\lambda = 0.036$  においては、約  $\theta_{\max} = 0^\circ\text{C}$  となっている。約  $20^\circ\text{C}$  の頂点温度の低下が起こったことになる。これを補償する目的で、図18に示した水晶の電気軸回りカットアングル  $\theta$  (度) を変化させて、前記  $\theta_{\max}$  との関係を見たものが図20である。同図から明らかなように、 $\theta = 31$  度付近であれば、通常使用される仕様値  $\theta_{\max} = 20^\circ\text{C}$  を実現することができる。従って  $33$  から  $29$  度の範囲であれば、おおむね  $\theta_{\max}$  は  $0$  から  $40^\circ\text{C}$  の常温付近となり使用上好ましい。

【0040】つぎに、横3重モードSAWフィルタに適用される、前述の2)結合共振子における、横モード伝搬損失の低減、についてであるが、これについてはすでに、図1および図11の説明のときに述べた通りである。すなわち、第3の結合共振子(SAWR#3)のIDT3のほぼ中央を、前記弾性表面波の伝搬方向Xに分割することにより、A0モードの励振強度を向上することと、前記結合共振子(SAWR#3)におけるA0モードが(非分割電極を用いることにより短絡して)ジュール熱となり消損することを防止するためである。前記\*

$$a\omega_0^2(Y)V(Y)_{,YY} + \{\omega^2 - \omega_0^2(Y)\}V(Y) = 0 \quad (1)$$

【0045】ここで、 $\omega$  は角周波数、 $\omega_0(Y)$  は該当する領域の素子角周波数、 $a$  は幅方向の実効的せん断剛性定数、 $V(Y)$  は幅方向の弾性表面波変位の振幅、 $Y$  は弾性表面波の波長で規格化したY座標である。また、 $\omega_0(Y)$  は座標Yにおける弾性表面波の速度を角周波数に換算した量であり、周波数ポテンシャル関数と呼ぶことにする。この周波数ポテンシャル関数はSAW共振子の動作点近傍においては、弾性表面波の伝搬路(図14の  $W_{C1}$ 、 $W_{C2}$ 、 $W_{C3}$  の範囲)存在するアルミニウム金属膜の厚み  $H(Y)$  の関数により変化する。もつと一般的には、アルミニウム金属の質量  $m(Y)$  の関数※

$$aP^2(Y)V(Y)_{,YY} + \{\Omega^2 - P^2(Y)\}V(Y) = 0 \quad (2)$$

【0047】ここで、 $\Omega = \omega/\omega_0$  は規格化周波数、 $P(m(Y))$  は規格化ポテンシャル関数となる。

【0048】図14中の階段状関数1400で表される周波数ポテンシャル  $P(Y)$  について説明すると、まず横軸Yは弾性表面波の波長  $\lambda$  を単位として記述し、縦軸は周波数を導体被覆のない領域である自由表面での周波数  $f_r = v_s/\lambda$  を基準とした周波数変化率  $(\omega_0 = (f - f_r)/f_r)$  で表している。 $\omega_0 = 0$  は、前記の  $f_r$  である。 $W_{C1}$  と  $W_{C2}$  で表した部分は、前述の第1と第2のSAW共振子(図1の111と112)のIDT領域に対応しており、同一の  $P(Y) = P1$  である。また結合共振子で示される領域(図1の113)

\*の分割は、分割幅Cが小さければ、モードS1には何ら影響を与えない。

【0041】最後に、前述の特性改善の最後である、3)結合共振子の周波数ポテンシャル値の適切な設定による、モード間周波数差の等化( $\Delta f_1 = \Delta f_2 : \Delta f_1 = f_{s0} - f_{s1}$ ,  $\Delta f_2 = f_{s1} - f_{s0}$ )につき図14、図15、図16、図17を用いて説明する。

【0042】まず図14は、図1の本発明の横3重モードSAWフィルタにおける、横幅方向Y座標点での周波数ポテンシャル  $P(Y)$  を示す図である。本発明の説明にはいる前に、前記周波数ポテンシャル  $P(Y)$  を簡単に解説する。

【0043】これについては、前述の素子を構成するSAW共振子において、弾性表面波の伝搬方向(X軸とする)に対して直交する幅方向(Y軸とする)に関して、SAW共振子の振動変位を簡便に計算するための方法として、発明者等はすでにこれら横モードを支配する微分方程式を導いて公開している(高木、桃崎、他：“常温に動的及び静的零温度係数をもつKカット水晶SAW共振子”，電気学会電子回路技術委員会第25回EMシンポジウム，pp79-80，(1996))。あらためて、この方程式を記述すると式(1)となる。

【0044】

【数1】

※で変化することが確認されている。従って、SAW共振子の主要部を構成するすだれ状電極部においては、すだれ状電極のもつ質量  $m(Y)$  により  $\omega_0(Y)$  は決定される。すなわち、 $\omega_0(m(Y))$  である。前記の水晶ST-カットの場合には、膜厚みが薄いために、前記の  $\omega_0(Y)$  は  $m$  に対してほぼ直線的に降下する。ここで計算を簡単にするために式(1)において、基準となる周波数  $\omega_0$  で割ると、

【0046】

【数2】

は、周波数ポテンシャル  $P3$  が設定され、 $P3 \leq P1$  の関係に設定してある。ここで周波数ポテンシャルの差  $\varepsilon = P1 - P3$  が  $1000$  から  $3000$  ppm とすれば、前述の  $S0$  と  $A0$  間の周波数差  $\Delta f_1$  と  $A0$  と  $S1$  間の周波数差  $\Delta f_2$  をほぼ等しくすることができる。この点につき図15から図17を用いて説明する。図15は前記の結合共振子(図14の  $W_{C3}$  領域)のIDTおよび反射器の電極導体幅  $L_3$  を変化させた場合における、結合共振子の周波数変化  $f(1500)$  を図示したものである。線幅  $3.197 \mu\text{m}$  が、いわゆる導体幅  $L = L_3$  とスペース幅  $S_3$  の比  $L_3/S_3$  が1の場合に対応する。前記  $L_3$  を大きくすれば、周波数を低下させることがで

きる。すなわち、前記結合共振子の周波数ポテンシャル差 $\varepsilon$ を前記導体ストリップのライン対スペース比( $L_3/S_3$ )を1以上として設定したことに対応する。

【0049】このような事実をもとに、本発明の図1に使用される3個の共振モードS0、A0、S1間の周波数差を等しく調整可能である。図17にこの様子を示した。図中の横軸は、前記周波数ポテンシャルP1とP3の比 $P3/P1$ を、縦軸は無限幅を有するSAW共振子の周波数を基準0として表した、周波数偏差(ppm)である。また図中の1700は、基本波対称モードS0の周波数 $f_{s0}$ であり、1701は基本波斜対称モードの周波数 $f_{a0}$ 、1702は1次高次横対称モードS1の周波数 $f_{s1}$ である。前記周波数差 $\Delta f_1 = f_{a0} - f_{s0}$ と、 $\Delta f_2 = f_{s1} - f_{a0}$ を等しくするために、P3をP1より低く設定すること、すなわち $P3 < P1$ の範囲であり、 $P3/P1 = 1.16$ 程度でよいことがわかる。さらにこの条件 $P3/P1 = 1.16$

(この値は、前述の周波数ポテンシャルの差 $\varepsilon$ では、1500ppmに相当する)のもとに、結合部共振子のY方向の幅寸法 $W_{c3}$ を変化させたものが図16である。 $W_{c3} = 9\lambda$ において、前記 $\Delta f_1 = \Delta f_2 (= BW/2 : 3dB$ 通過帯域幅の半分)が成り立ち、 $W_{c3}$ が9から遠ざかれば $\Delta f_1 \neq \Delta f_2$ の関係となる。 $\Delta f_1 = \Delta f_2$ の状態においては、フィルタのインピーダンスも両区間で等しくなり、通過帯域内でのSbのリップルが小さく良好になる。

【0050】以上、特性改善点1)から3)に関する事項について説明した。最後に、以上の改善手段により、従来の特性である図9、図10からどのように理想のフィルタ特性(図8)として実現されるかを、図13により解説する。図中の横軸はppm単位で表した周波数 $f$ であり、縦軸は、本発明の図1の端子107側からみた反射特性S11(曲線1300)である。図中のS0、A0、S1は前記の3個の振動モードである。まずS0モードはSAW共振子#1のQ値向上により強度が増加し、A0モードの強度Bは結合共振子の分割により増加し、強度Aは逆相励振と $L_3/S_3$ 比を1より大きくすることにより、S0とA0モードの反射ピークを等しくでき、さらにS1モードの強度向上は、前記の $L_3/S_3$ 比を1より大として、 $\Delta f_1 = \Delta f_2$ とすることによって達成できる。

【0051】図8の曲線800は、前述の図7の共振子を3個近接して並べた図1の横3重モードフィルタが示す伝送特性図である。従来の構成による図9に比較して、上側通過帯域において挿入損失の欠落がないことがわかる。

【0052】なお、図2に示す横2重モードSAWフィルタについても、上記と同様に特性が改善されることは言うまでもない。

【0053】以上が本発明の横多重モードSAWフィル

タの構成および特性説明である。構成例は水晶STカットで示したが、他のカットであるLSTカットとかKCカットでも良く、さらにまた水晶以外の圧電気材料であっても良い事は容易にわかることである。

【0054】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、水晶などの圧電基板を用いて横多重モードSAWフィルタの小型化をはかるに際して、前記SAWフィルタを構成する、2あるいは3個のSAW共振子間にまたがり発生する固有振動モードである、基本波横対称モードS0、基本波横斜対称モードA0、1次高次横対称モードS1を選択的に励振する電極パターンを形成することにより、前記各モードの共振振幅を増大せしめて、良好な伝送特性が実現でき、PHS、GSM等のチャンネル間の周波数幅が大きいデジタル方式の通信装置用途の中間周波フィルタを市場に提供できる。さらにまた、IDTの一部に分割スリットおよび反転位相を有する電極指を形成することにより、基本波横斜対称モードA0の励振が增強でき、同様に小型で良好な伝送特性が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の横3重モードフィルタの一実施例の導体パターンを示す平面図。

【図2】 本発明の横2重モードフィルタの一実施例の導体パターンを示す平面図。

【図3】 本発明の二段縦属接続をした横多重モードフィルタの実施例を示す図。

【図4】 本発明のS0モード励振用反射器の一実施例を示す平面図。

【図5】 本発明のA0モード励振用反射器の一実施例を示す平面図。

【図6】 本発明のS1モード励振用反射器の一実施例を示す平面図。

【図7】 本発明の横多重モードフィルタのQ値特性図。

【図8】 本発明の図1の実施例の伝送特性図。

【図9】 従来の横多重モードフィルタの伝送特性図。

【図10】 従来の横多重モードフィルタの反射特性図。

【図11】 本発明の構成要素であるIDT部の一実施例を示す平面図。

【図12】 本発明の横多重モードフィルタの分割幅Cの周波数特性図。

【図13】 本発明の横多重モードフィルタの反射特性図。

【図14】 本発明の図1の実施例のY軸断面の周波数ポテンシャル図。

【図15】 本発明の結合共振子の電極幅の周波数特性図。

【図16】 本発明の結合共振子の電極長の周波数特性図。

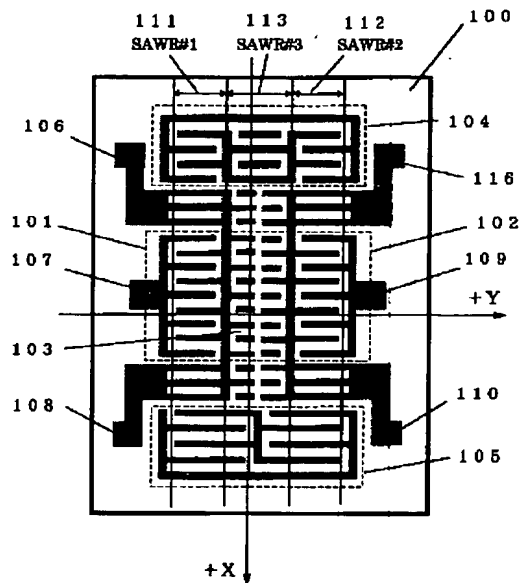
- 【図17】 本発明の結合共振子の周波数特性図。  
 【図18】 本発明の圧電基板のカット方位を示す図。  
 【図19】 本発明の横多重モードフィルタの周波数温度特性図。

【図20】 本発明の圧電基板の周波数温度特性図。

【符号の説明】

100、200、300 圧電体平板  
 101、201、1101 IDT1  
 102、202、1102 IDT2  
 103、1103 IDT3  
 104、203 反射器1  
 105、204 反射器2  
 106、108、110、116、205、207、208、210、301、303、307、309 パッド  
 107、109、206、209、302、308

【図1】

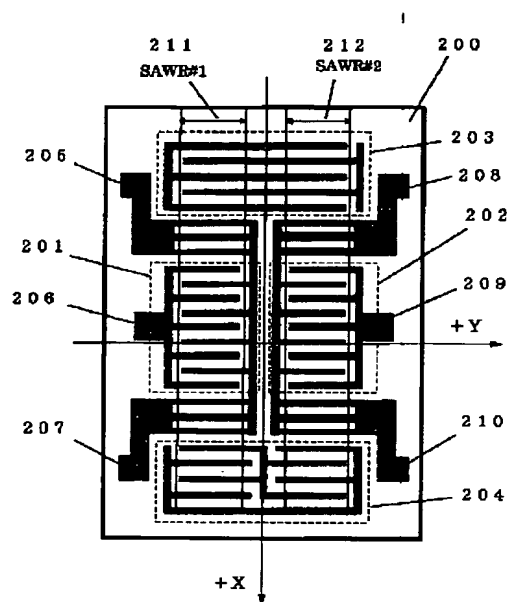


100 圧電体平板  
 101 IDT1  
 102 IDT2  
 103 IDT3  
 104 反射器1  
 105 反射器2

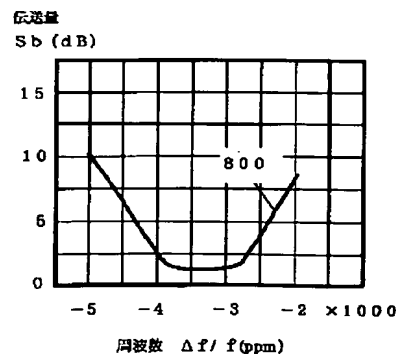
正極端子

111、211 SAW共振子1  
 112、212 SAW共振子2  
 113 SAW共振子3  
 310 第1の横多重モードSAWフィルタ  
 311 第2の横多重モードSAWフィルタ  
 400、500、600 反射器  
 401、402、501、502、510、511、604、605、613、614、616、617、1108、1109、1110、1111、1116 電極指  
 404、405、503、504、505、506、601、602、603、606、615、1104、1105、1106、1107 給電導体パターン  
 403 対称軸

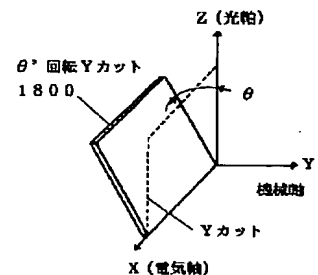
【図2】



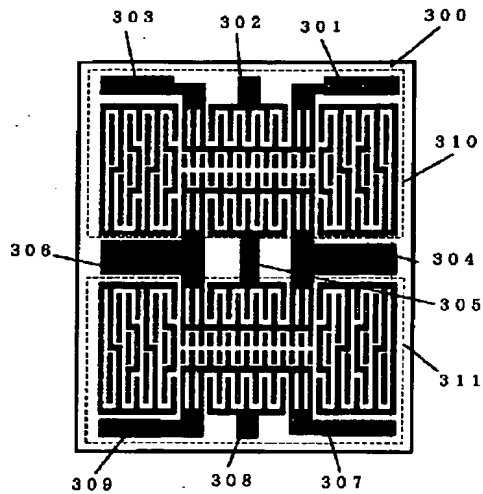
【図8】



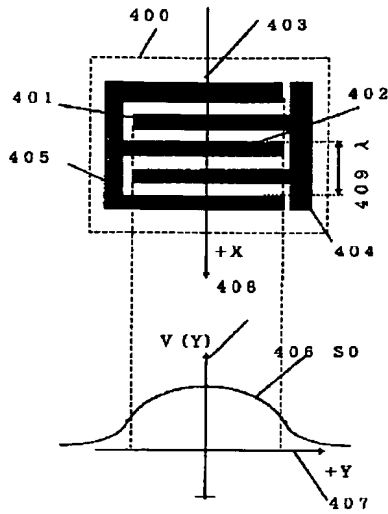
【図18】



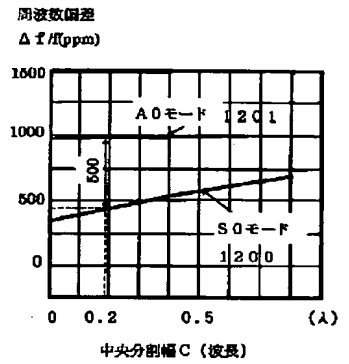
【図3】



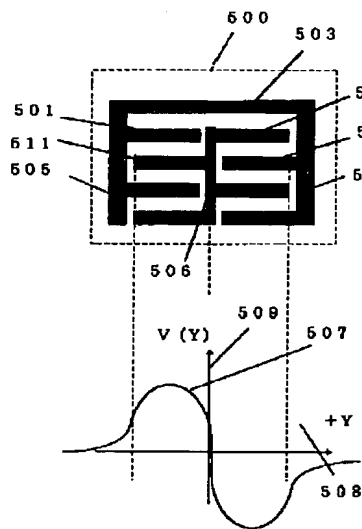
【図4】



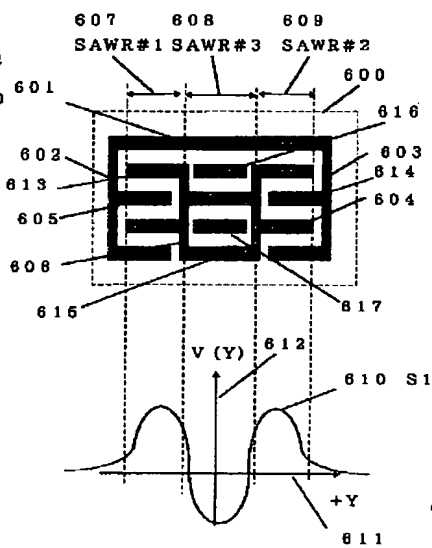
【図12】



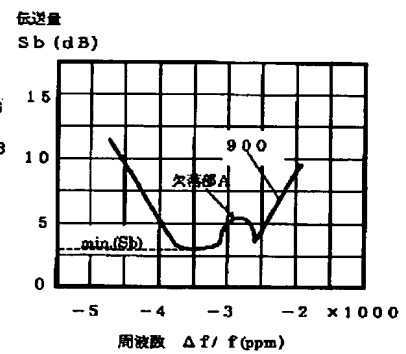
【図5】



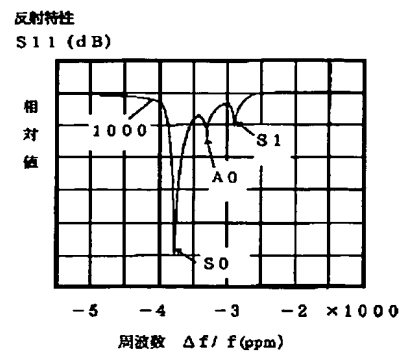
【図6】



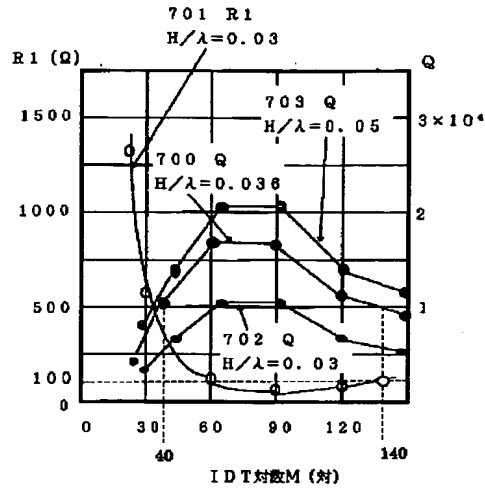
【図9】



【図10】

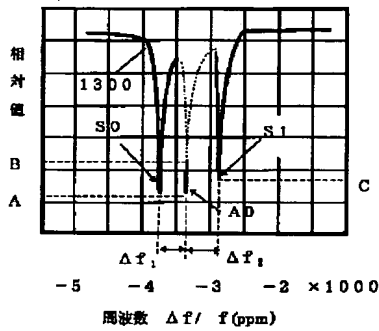


【図7】

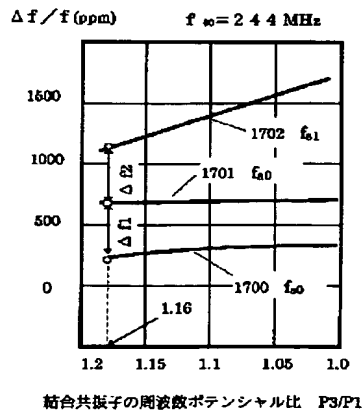


【図13】

反射特性  
S11 (dB)

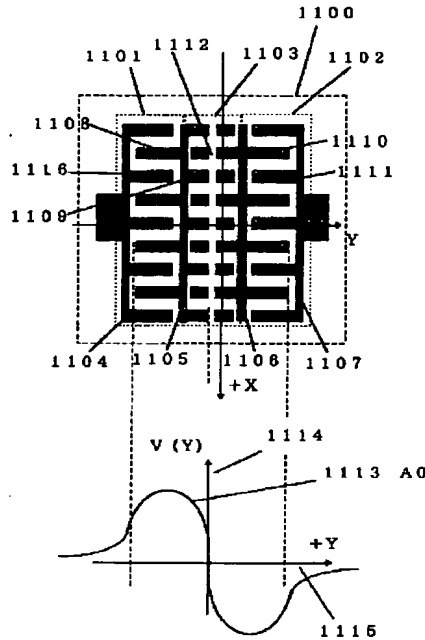


【図17】

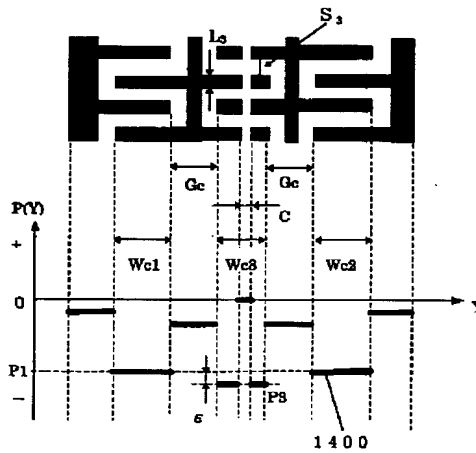


結合共振子の周波数ポテンシャル比 P3/P1

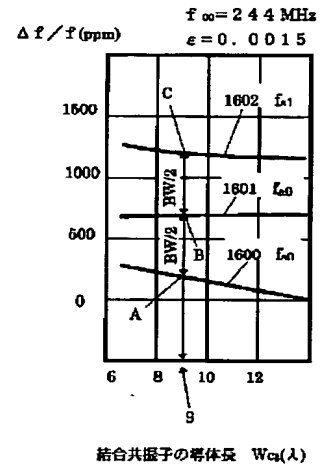
【図11】



【図14】

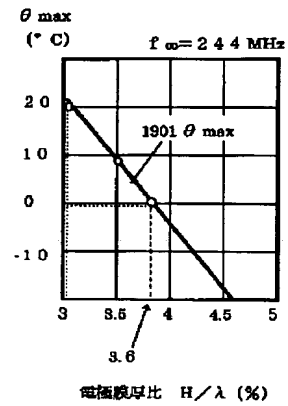


【図16】



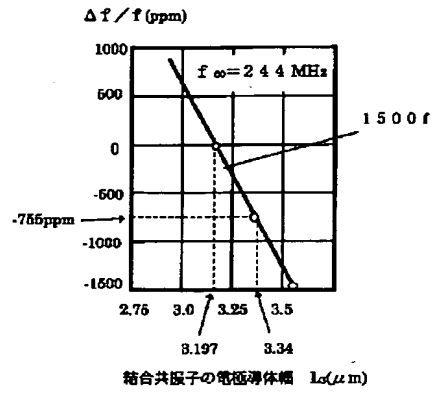
結合共振子の導体長 Wc(λ)

【図19】



電極膜厚比 H/λ (%)

【図 1 5】



【図 2 0】

